



⑪ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 195 13 531 A 1

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
B 05 D 1/30  
B 05 C 3/18  
B 05 C 5/00  
// G03C 1/74

②① Aktenzeichen: 195 13 531.8  
②② Anmeldetag: 10. 4. 95  
④③ Offenlegungstag: 17. 10. 96

DE 195 13 531 A 1

⑦① Anmelder:

Du Pont de Nemours (Deutschland) GmbH, 61352  
Bad Homburg, DE

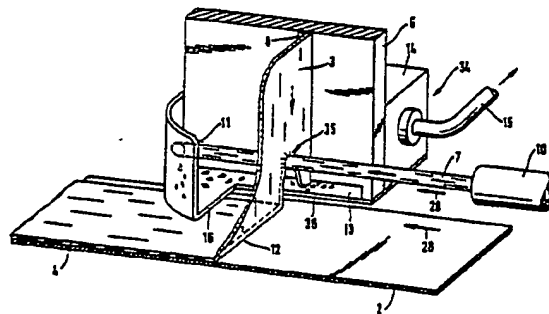
⑦② Erfinder:

Ellermeier, Wolfgang, Dr., 64285 Darmstadt, DE;  
Schäfer, Markus, 55283 Nierstein, DE

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Verminderung von Störungen beim Vorhanggießen

⑤⑦ Vermeidung von Störungen beim Vorhanggießen.  
Ungleichmäßige Flüssigkeitsströmungen im Vorhang be-  
grenzen die Verfahrensgeschwindigkeit und verursachen  
Fehler bei der Beschichtung. Durch Hilfsflüssigkeiten am  
Vorhangschalter erhält man eine Vergleichmäßigung dieser  
Flüssigkeitsströmungen. Indem man den Vorhangrand ab-  
trennt und ableitet, vermeidet man einen wulstförmigen  
Beschichtungsrand.

Wenn der Vorhangrand durch einen Freistrahlf einer Trenn-  
flüssigkeit abgetrennt wird, dann sind Störungen des Rand-  
bereichs des Vorhangs vom Vorhangmittelteil entkoppelt.  
Die maximal erreichbare Gießgeschwindigkeit erhöht sich.  
Da der Freistrahlf im Durchstoßbereich dem Vorhang auch  
Flüssigkeit entzieht, entsteht kein wulstförmiger Rand auf  
der Unterlage. Es ist sogar möglich, bis an den äußersten  
Rand der Unterlage gleichmäßig dick zu beschichten. Das  
Verfahren eignet sich insbesondere zur Herstellung photo-  
graphischer Filme.



DE 195 13 531 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 96 602 042/88

19/28

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Beschichten einer Unterlage mit einem aus einer Gießlösung bestehenden frei fallenden Flüssigkeitsvorhang. Dieses Verfahren ist als Vorhangbeschichtungsverfahren seit langem bekannt. Dabei wird eine bahnförmige Unterlage von einer Transportvorrichtung kontinuierlich durch eine Beschichtungszone bewegt und dabei von dem frei fallenden Flüssigkeitsvorhang entweder ganz oder teilweise, in einer oder in mehreren Lagen beschichtet.

In der photographischen Industrie wird dieses Verfahren beispielsweise zum Auftragen von lichtempfindlichen und nicht lichtempfindlichen Beschichtungen eingesetzt. Diese Beschichtungen bestehen meist aus mehreren Schichten gebildet aus wäßrigen Gießlösungen, die in Form eines Schichtpakets im flüssigen Zustand auf die Unterlage aufgetragen werden. Die Unterlage ist meist eine ein bis zwei Meter breite Kunststoffolie oder eine Papierbahn. Die beschichtete Unterlage durchläuft anschließend ein Trocknungsgerät in welchem die aufgetragene Gießlösung getrocknet wird. Nach dem Trocknen wird die Filmbahn aufgewickelt. Hierfür müssen auch die Ränder der Bahn trocken sein, da es sonst zum Verkleben der einzelnen Lagen des Wickels kommt. Meist entsteht aber beim Beschichten ein störender, wulstförmiger Rand der unmittelbar nach dem Beschichten abgesaugt wird.

Beim Vorhanggießverfahren stellt ein sog. Gießkopf, oder kurz Gießer, das Schichtpaket bereit. Er weist eine geneigte Gleitfläche auf, die durch Gießschlitze unterbrochen ist. Aus den Gießschlitzen tritt die Gießlösung aus und fließt entlang der Gleitfläche zu einer sog. Gießlippe. Von dieser löst sich das Schichtpaket ab und fällt im freien Fall als Flüssigkeitsvorhang auf die Unterlage.

Die Verfahrensgeschwindigkeit wird in erster Linie durch das Aufreißen des Flüssigkeitsvorhangs begrenzt. Die Oberflächenspannung versucht den Vorhang einzuschnüren. Dies verhindert man durch sog. Vorhanghalter, die den Vorhang an den Vorhangrändern führen und während des freien Falls aufgespannt halten. Diese Vorhanghalter werden auch als edge guide, als Seitenführungen oder Seitenhalter bezeichnet. Nun ist aber die Geschwindigkeit der Flüssigkeitsströmung in der Grenzschicht nahe am Vorhanghalter geringer als die Geschwindigkeit im Mittelteil des Vorhangs. Es kommt in der Nähe der Vorhanghalter zu einer Verdrängungswirkung der Grenzschicht. Die Stromlinien verlaufen in der Nähe der Vorhanghalter nicht lotrecht sondern gekrümmt. Als Folge davon entstehen im Flüssigkeitsvorhang Bereiche mit geringerer Vorhangdicke als im Mittelteil. Diese Bereiche werden auch als Bereiche der "Kontraktion" bezeichnet. Sie stellen verjüngte Bereiche des Flüssigkeitsvorhangs dar, verlaufen schräg zum Vorhanghalter und haben am unteren Ende des Vorhanghalters etwa einen Abstand von 4 bis 8 mm. Sie sind die Schwachstellen des Vorhangs. Beim Versagen des Gießverfahrens reißt der Vorhang bevorzugt an diesen Stellen der Kontraktion auf. Eine Ursache dieses Aufreißen ist die Strömung am unteren Ende der Vorhanghalter. In diesem Bereich entstehende Störungen pflanzen sich bis zu den oben genannten Schwachstellen fort und führen dort zum Zerreißen des Flüssigkeitsvorhangs. Man ist bestrebt diese unerwünschte Verdrängungswirkung zu verringern. Beispielsweise benetzt man die Vorhanghalter durch eine Hilfsflüssigkeit. Diese Hilfsflüssigkeit ist gegenüber der Gießlösung dünnflüssiger.

Bildlich gesehen schmiert die Hilfsflüssigkeit den am Vorhanghalter angrenzenden Bereich des Flüssigkeitsvorhangs und verringert so den Geschwindigkeitsunterschied. Auch die Ausführungsform des Vorhanghalters, dessen Geometrie und die Werkstoffwahl beeinflusst das Strömungsverhalten der Grenzschicht. Aus dem Stand der Technik sind unterschiedliche Vorhanghalter bekannt; als Beispiel: ein drahtförmiger aus US 5,328,726, ein stabförmiger aus US 4,830,887, ein flacher aus US 4,135,477 und GB 1 518 552, ein poröser kreisförmiger aus EP 0 115 621.

Beim Vorhanggießverfahren kann die Breite des Vorhangs größer oder kleiner als die Breite der Unterlage sein.

In EP 0 425 562 ist ein Vorhanggießverfahren beschrieben, bei dem der Flüssigkeitsvorhang die Breite der Unterlage überragt. Eine Trennvorrichtung trennt beidseits den Vorhangrand ab und leitet diesen aus der Beschichtungszone. Auf die Unterlage gelangt nur ein Mittelteil des Vorhangs. Die Trennvorrichtung besteht im wesentlichen aus einer auskragenden, plattenförmigen Klinge. Diese Klinge springt aus einem Absauggehäuse hervor und unterbricht in unmittelbarer Nähe und parallel zur Unterlage den freien Fall des Vorhangs. Die Unterbrechung erfolgt knapp vor dem Auftreffen. Die Klinge ist dünn und scharfkantig. Sie wird an der Oberseite durch eine Reinigungsflüssigkeit gespült. Auf die Klinge prallt die Flüssigkeit der Vorhangränder. Die Strömung der Reinigungsflüssigkeit spült die Flüssigkeit der Vorhangränder aus dem Beschichtungsbereich. Auch wenn die Vorhangränder aus Gelatinelösung bestehen, also nur ein Teil der wertvollen Gießlösung verloren geht, hat dieses Verfahren mehrere Nachteile. Zum einen bildet sich bei längerem Betrieb am Rand der Klinge eine Verkrustung. Diese wird durch Gelatinereise hervorgerufen. Die Klinge ist dann nicht mehr scharfkantig. Eine stumpfe Klinge kann aber eine wulstförmige Beschichtung des Rands nur unzureichend verhindern. Auch eine verbesserte Ausgestaltung dieser Erfindung, bei der eine Reinigungsflüssigkeit auch die Unterseite der Klinge umspült, weist Nachteile auf. Störungen der Flüssigkeitsströmung die am unteren Ende der Vorhanghalter entstehen werden nur unzureichend von den Schwachstellen des Vorhangs ferngehalten. Darüber hinaus ist eine Strömung an dieser Unterseite der Klinge stets instabil. Es kann zu Ablösungen der Spülflüssigkeit kommen, die zu Fehlern auf der Beschichtung führen. Grundsätzlich stellt die vorspringende, scharfkantige Klingen für das Betriebspersonal ein ständig vorhandenes Gefahrenpotential dar. Bei der Reinigung der Anlage kann es zu Verletzungen kommen. Die dünnwandige Klinge kann leicht verbogen und beschädigt werden. Dies kann zu Unterbrechungen im Gießbetrieb führen.

Aus EP 0 606 038 ist ein Vorhanggießverfahren bekannt, bei dem die Breite des Flüssigkeitsvorhangs kleiner als die Breite der Unterlage ist. Der Vorhangrand fällt auf eine ausladend angeordnete, plattenförmige Klinge und wird von dort abgesaugt. Nur das frei fallende Vorhangmittelteil trifft auf der Unterlage auf. Um die gewünschte Verbesserung im Randbereich der Beschichtung zu erzielen, muß auch hier die plattenförmige Klinge sehr dünn ausgeführt sein. Nur eine scharfkantige, dünne Klinge die knapp oberhalb der Unterlage angeordnet ist verringert den Randwulst der Beschichtung. Auch hier verkrustet während des Betriebs die Kante der Klinge. Die Beschichtung wird am Rand ungleichmäßig. Eine Störunterdrückung findet nicht

statt.

Bei der Filmherstellung ist man aber grundsätzlich bestrebt, das eingesetzte Material möglichst effizient zu nutzen. Es soll die Unterlage möglichst gleichmäßige bis nahe an deren Ränder beschichtet werden. Das Herstellungsverfahren soll darüber hinaus während der Produktionszeit einer Charge, die beispielsweise bis zu einem Tag dauern kann, störunanfällig sein. Bei der Reinigung der Vorrichtung soll möglichst keine Gefährdung für das Betriebspersonal entstehen.

Aufgabe der Erfindung ist es, die Verfahrensgeschwindigkeit des an sich bekannten Vorhanggießverfahrens dahingehend zu verbessern, daß auch bei hohen Gießgeschwindigkeiten der Flüssigkeitsvorhang gegenüber Störungen, deren Ursache mit der Strömung in der Nähe der Vorhanghalter zusammenhängt, unempfindlich ist. Es ist Aufgabe der Erfindung eine möglichst gleichmäßige Beschichtung bis an den Rand der Unterlage zu gewährleisten. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es die Beschichtungsqualität bei hohen Gießgeschwindigkeiten zu erhöhen, also Gießfehler, wie z. B. Streifenbildung und vereinzelt zufällig auftretende Fehler auf der Beschichtung, zu verringern. Es ist ferner Aufgabe der Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben, welche in einem Produktionsbetrieb störunanfällig ist und vom Betriebspersonal sicher eingesetzt werden kann.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die kennzeichnenden Merkmale der unabhängigen Ansprüche 1, 9, und 10. Besondere Ausgestaltungen der Erfindung finden sich in den Unteransprüchen.

Die Erfindung geht davon aus, daß es insbesondere bei hohen Gießgeschwindigkeiten vorteilhaft ist die Vorhangränder nicht durch eine starre Fläche in Form einer Klinge oder einer Prallfläche abzutrennen, sondern die Ebene des Vorhangs in einem Durchstoßbereich zu durchstoßen und so eine Trennung der Vorhangränder herbeizuführen. Dieses Durchstoßen erfolgt bevorzugt durch einen Freistrahle einer Trennflüssigkeit. In unmittelbarer Nähe des Durchstoßbereichs ist dann neben dem Vorhangmittelteil auch der dem Trennelement zugewandte Teil des Vorhangrands frei fallend. Wenn der Durchstoßbereich des Vorhangs so nahe wie möglich zur Unterlage und im Bereich der Kontraktion erfolgt, dann ist das Vorhangmittelteil weitgehend ungestört. Bei dieser Art der Abtrennung der Vorhangränder werden also Störungen, die in der Auftrefflinie nahe am Vorhanghalter entstehen vom frei fallenden Mittelteil des Vorhangs weitestgehend entkoppelt. Überraschenderweise wurde gefunden, daß die Verwendung eines Freistrahls als Trennelement die Auswirkung der Randstörungen in das Vorhangmittelteil hinein praktisch unterbindet. Dies ist insbesondere bei einer hohen Gießgeschwindigkeit und einem dünnen Flüssigkeitsvorhang wichtig. Der Vorhang ist dann insbesondere anfällig gegenüber Störungen die aus dem Randbereich in der Nähe der Vorhanghalter stammen. Häufig beobachtet man bei hohen Gießgeschwindigkeiten an der Ferse des Flüssigkeitsvorhangs, daß sich Teile der Flüssigkeit vom Vorhang ablösen. Es bilden sich sogenannte "zylindrische oder kugelförmige Tropfen". Diese Strömungsablösungen sind in der Nähe der Auftrefflinie des Vorhangs frei beweglich. Trifft ein derartiger Tropfen auf den Vorhang, so kann ein Fehler im Gußbild entstehen. Beispielsweise können dadurch Streifen oder vereinzelt auftretende Störstellen im Gußbild verursacht werden. Bei der erfindungsgemäßen Zertrennvorrichtung sind diese Strömungsablösungen nicht zu beobachten.

ten. Die Gießfehler verringern sich.

Es war für den Fachmann überraschend, daß ein Freistrahle einer Trennflüssigkeit in der Lage ist unmittelbar über der Unterlage den Vorhangrand so zu trennen, daß das frei fallende Vorhangmittelteil nicht gestört wird und es zu keinen Verspritzungen auf der Beschichtung kommt. Um den Flüssigkeitsvorhang schonend unmittelbar über der Unterlage trennen zu können, muß der Strahl einerseits möglichst dünn sein. Einen Wasserstrahl für einen Trennvorgang zu benutzen ist beispielsweise vom Wasserstrahlschneiden von Festkörpern bekannt. Dort werden Wasserstrahlen mit einem Strahldurchmesser von etwa 0,2 mm und sehr hohen Austrittsgeschwindigkeiten zur Trennung von Metall oder Kunststoff verwendet. Hohe Austrittsgeschwindigkeiten sind aber für das vorliegende Problem nicht nur nicht erforderlich, sondern auch hinderlich. Im Gegenteil, erst dann, wenn der Freistrahle eine bestimmte Impulsdichte unterschreitet, kommt es bei der Trennung des Flüssigkeitsvorhangs zum gewünschten Trennergebnis. Erst wenn eine bestimmte Schwelle der Strahlgeschwindigkeit unterschritten ist, kann der frei fallende Flüssigkeitsvorhang ohne Störungen getrennt werden. Ist die Strömungsgeschwindigkeit des Flüssigkeitsstrahls zu hoch, dann ist die vom Freistrahle mitgeschleppte Luftströmung so groß, daß sie zu Schwingungen des gesamten Vorhangs führen kann. Der Freistrahle entreißt ab einer bestimmten Strahlgeschwindigkeit dem Vorhang Flüssigkeitsteile. Diese verursachen Störungen der Beschichtung. Andererseits ist eine bestimmte Mindestgeschwindigkeit der Trennflüssigkeit erforderlich, da die Gravitation den Freistrahle in Richtung der Schwerkraft krümmt. Um eine bestimmte Strecke möglichst geradlinig zu durchströmen ist also ein bestimmtes Mindestmaß an Strömungsgeschwindigkeit des Freistrahls erforderlich. Der Freistrahle muß auch nach dem Durchstoßen des Vorhangs geradlinig strömen. Nur wenn der Strahl möglichst nahe an der Unterlage appliziert werden kann, ist der Trennvorgang wirkungsvoll.

Insbesondere war es überraschend, daß, wenn die Vorhangränder durch einen Flüssigkeitsstrahl getrennt werden, sich die Qualität der Beschichtung am Rand verbessert. Überraschenderweise wurde festgestellt, daß auf der Unterlage kaum dicke Ränder entstehen und der Beschichtungsrand gerade verläuft. Die Unterlage kann bis an den äußersten Rand beschichtet werden. Es ist oft nicht erforderlich den Rand abzusaugen. Bei der Konfektionierung des Films, also beim Zuschnitt der Filmformate, entstehen geringere Verluste. Dies führt dazu, daß das eingesetzte Material besser ausgenutzt wird.

Es findet sich im Stand der Technik des Vorhangbeschichtens kein Hinweis bei der Trennung der Vorhangränder eine frei strömende Flüssigkeit zu verwenden. Der Stand der Technik geht vielmehr von Festkörpern aus, die meist klingenähnlich ausgeführt sind und schräg oder waagrecht in den frei fallenden Flüssigkeitsvorhang eingebracht werden. Sie erfüllen zugleich eine trennende und eine ableitende Wirkung. So ist beispielsweise aus US 4,879,968 bekannt im Randbereich des Vorhangs eine spitze Schneidklinge zu verwenden. In EP 606 038 wirkt die Klinge als Interzeptor: Die starre Prallfläche fängt den Vorhangrand vor dem Auftreffen auf der Unterlage ab. Die Klinge leitet andererseits aber auch die abgetrennte Flüssigkeit des Vorhangrands einer Absaugöffnung zu.

Im Vergleich zum Stand der Technik arbeitet der erfindungsgemäße Freistrahle in erster Linie als Trennor-

gan. Er zertrennt den Flüssigkeitsvorhang in ein Vorhangmittelteil, das die Unterlage frei fallend beschichtet, und in jeweils zwei Vorhangränder, die vor dem Auftreffen auf der Unterlage abgeleitet werden. Die Wirkung des Freistrahls ist anders: Im räumlichen Durchstoßbereich entreißt der Freistrahls dem Vorhang Flüssigkeit; es vermischt sich die Gießlösung des Flüssigkeitsvorhangs mit der Trennflüssigkeit des Freistrahls. Die kinetische Energie des Freistrahls nimmt die dem Vorhang entrissene Flüssigkeit mit und transportiert diese vom Vorhang weg. Als Folge dieser Flüssigkeitsentnahme ist der Vorhang in der Nähe des Durchstoßbereichs dünner. Damit verjüngt sich auch der Rand des frei fallenden Vorhangmittelteils. Dieser dünnere Rand wirkt der wulstförmigen Verdickung der Beschichtung entgegen. Da die verbleibende Fallhöhe des Vorhangmittelteils sehr gering ist, kann die, aufgrund der Oberflächenspannung sich einstellende Einschnürung entlang dieser Restfallhöhe kaum eine Verdickung bewirken. Im Ergebnis beschichtet das Vorhangmittelteil die Unterlage auch am Rand gleichmäßig. Da der Freistrahls im Gegensatz zu einem Festkörper nicht verkrusten kann, bleibt diese vorteilhafte Trennwirkung auch während langer Produktionsphasen unverändert.

Vorteilhaft ist auch, daß der abgetrennte Vorhangrand zwar am Vorhanghalter geführt, aber nach dem Durchstoßbereich sich frei fallend weiter bewegt. Der Trennungsvorgang stört den Vorhang kaum. Das vom erfindungsgemäßen Trennstrahl beeinflusste Durchstoßgebiet ist kleiner als bei jeder anderen bekannten Trenntechnik. Eine Schrägfläche, wie sie im Stand der Technik verwendet wird um den Vorhangrand von der Unterlage fernzuhalten, ist erfindungsgemäß nicht erforderlich.

Im Rahmen der vorliegenden Erfindung soll unter dem Begriff "Freistrahls" ein Flüssigkeitsstrom mit konstantem Geschwindigkeitsprofil und beliebigem Querschnitt verstanden werden, der im Raum eine Strecke ohne Raumbegrenzung durchströmt.

Der Begriff "Durchstoßbereich" bezeichnet zum einen jene Fläche in der Ebene des Flüssigkeitsvorhangs die der Freistrahls durchstößt. Räumlich gesehen kommt es zu einer Durchdringung im Durchstoßbereich. Es durchdringt der Freistrahls den endlich dicken Flüssigkeitsvorhang. Es entsteht also auch ein räumlicher Bereich des Kontakts zwischen der Trennflüssigkeit mit der Flüssigkeit des Vorhangs. Die beiden Flüssigkeiten vermischen sich in diesem Bereich. Unter "Durchstoßbereich" soll im folgenden auch dieser räumliche Bereich des Kontakts der Flüssigkeiten verstanden werden.

Der Begriff "Vorhangränder" bezeichnet Seitenstreifen des frei fallenden Flüssigkeitsvorhangs. Diese Vorhangränder benetzen an ihrer einen Längsseite den angrenzenden Vorhanghalter, sind ca. 4 bis 8 mm breit und bilden an der anderen Längsseite die als Kontraktion bezeichnete Verjüngung.

Unter "hohen Gießgeschwindigkeiten" sollen bei der Beschichtung mit photographischen Gießlösungen eine Bahngeschwindigkeit ab 250 m/min verstanden werden. Bei extrem dünnen Flüssigkeitsvorhängen, also bei geringen Naßaufträgen, erfaßt dieser Begriff auch geringere Bahngeschwindigkeiten.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist ein Freistrahls mit kreisförmigem Querschnitt. Diese Form des Strahl kann beispielsweise durch ein über der Unterlage angeordnetes, dünnwandiges Rohr mit kreisförmigem Düsenmundstück gebildet werden. Vorzugswei-

se verläuft die Richtung des Freistrahls parallel mit der Bewegungsrichtung der Unterlage. Dann ist es möglich, auch bei Verwendung flacher Vorhanghalter, den Durchstoßbereich in unmittelbarer Nähe zur Unterlage und nahe zum Vorhanghalter anzuordnen. In der Praxis hat sich ein Abstand des Freistrahls zur Unterlage von etwa 0,5 mm und ein Abstand zum Vorhanghalter von weniger als 5 mm als besonders günstig erwiesen. Dann erreicht man mit einem runden Freistrahls ein optimales Ergebnis. Die Störungen vom Randbereich der Strömung am Fußpunkt des Vorhanghalters sind dann wirkungsvoll unterdrückt. Auch der Trennvorgang selbst verursacht keine Störungen des Vorhangmittelteils.

Es ist ferner vorteilhaft wenn der Freistrahls mit einer Geschwindigkeit auf den Flüssigkeitsvorhang auftrifft die größer als die Fallgeschwindigkeit ist. Eine Strömgeschwindigkeit die der fünffachen Fallgeschwindigkeit entspricht hat sich als optimal erwiesen. Bei dieser Strömgeschwindigkeit des Freistrahls wird der Vorhang im Durchstoßbereich gleichmäßig getrennt ohne daß die vom Freistrahls mitgeschleppte Luftgrenzschicht den Flüssigkeitsvorhang ungünstig beeinflusst. Bei Flüssigkeitsvorhängen, wie sie in der photographischen Industrie üblich sind, liegt die obere Grenze der Strahlgeschwindigkeit etwa bei der 15 fachen Strömgeschwindigkeit des Vorhangs.

Es ist auch vorteilhaft wenn die Richtung des Freistrahls mit der Bewegungsrichtung der Unterlage übereinstimmt. Es wirken keine Störungen vom Trennvorgang auf das Vorhangmittelteil.

Für den Trennvorgang ist ein möglichst dünner Strahl gefordert. Die Wahl des Durchmessers hängt von der Vorhangdicke, der mit dem Durchfluß pro Breitereinheit gebildeten Reynolds-Zahl und der Geschwindigkeit des Vorhangs und der des Freistrahls ab:

$$\frac{H_c}{H_s} \approx \frac{V_s}{V_c} \cdot f(Re) \cdot \left( \frac{H_c}{H_s} \right)^2$$

$H_c$  Dicke des Flüssigkeitsvorhangs im Durchstoßbereich

$H_s$  Durchmesser des Freistrahls

$Re$  Reynoldszahl

$V_s$  Strömgeschwindigkeit des Freistrahls

$V_c$  Fallgeschwindigkeit des Vorhangs im Durchstoßbereich

Wie aus dieser Beziehung zu sehen ist, hängt die Trennwirkung des Freistrahls nicht von der Oberflächenspannung der Gießlösung ab. Es wurde gefunden, daß bei photographischen Gießlösungen ein Freistrahls dessen Durchmesser etwa der zweifachen Dicke des Vorhangs entspricht für den Trennvorgang optimal ist. Der Massenstrom des Freistrahls liegt bevorzugt bei etwa 0,1 l/min.

Es ist günstig wenn der Durchstoßbereich im Gebiet der Kontraktion erfolgt. Dort hat der Vorhang seine schwächste Stelle. Der Trennvorgang kann dann ganz besonders schonend erfolgen. Als optimale Geschwindigkeit des Freistrahls hat sich in der Anwendung die fünffache Fallgeschwindigkeit des Vorhangs ergeben.

Eine besonders einfache und damit vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung erhält man, wenn das Trennelement ein dünner zylindrische Stab ist. Auch hier läßt

sich die störende Randströmung vom Vorhangmittelteil weitgehend entkoppeln. Obwohl hier im Gegensatz zum Freistrahle im Durchstoßbereich des Vorhangs keine Flüssigkeitsentnahme erfolgt, tritt gegenüber dem Stand der Technik eine Verminderung des wulstförmigen Randes auf.

Der Freistrahle kann beispielsweise ein Wasserstrahl sein. Ein Gemisch aus Wasser und Alkohol im Mischungsverhältnis von 7 Teilen Wasser und 3 Teilen Alkohol hat sich in der Praxis als besonders günstig erwiesen. Anstelle des Alkohols können auch andere Netzmitteln, wie sie bei photographischen Gießverfahren üblich sind, verwendet werden. Es wurde ferner gefunden, daß Netzmittel in der Trennflüssigkeit die Randverdickung weiter reduzieren. Es kommt zu einer Spreitung der Beschichtungslösung im Randbereich. Bevorzugt ist auch wenn die Temperatur des Trennstrahls und die Temperatur des Vorhangs annähernd gleich groß sind. Denn, durch den Flüssigkeitsvorhang ist die Umgebungsluft der Freistrahldüse mit dem Lösungsmittel der Gießlösung, z. B. Wasser, gesättigt. Gleiche Temperatur von Gießlösung und Trennflüssigkeit vermeidet Kondensation.

Die vorliegende Erfindung geht auch davon aus, daß ein Freistrahle direkt als Interzeptor wirken kann. Wenn der Freistrahle flach ausgeführt ist, ist er in der Lage den Vorhangrand unmittelbar über der Unterlage abzufangen und konvektiv abzuleiten und Störungen vom Vorhang fernzuhalten. Es erhöht sich die maximal erreichbare Gießgeschwindigkeit. Auch der Rand der Beschichtung verläuft gleichmäßig und ohne Wulst. Es kann bis an den äußersten Rand der Unterlage beschichtet werden. Für die Austrittsgeschwindigkeit wurde in der Praxis eine obere Grenze von etwa 30 m/min gefunden. Bis zu dieser Strahlgeschwindigkeit verläuft der Trennvorgang so, daß die vom Freistrahle mitgeschleppte Luftgrenzschicht auf den Flüssigkeitsvorhang nicht störend wirkt.

Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens bedient sich eines Freistrahls, der den Vorhang so dicht wie technisch möglich oberhalb der Beschichtungsseite der Unterlage durchstoßt. Dabei entstehen in der Umgebung des Durchstoßbereichs zwei frei fallende Vorhangteile. Ein zum Vorhanghalter liegender Teil, der Vorhangrand. Dieser wird von einer Absaugvorrichtung abgesaugt bevor er die Unterlage beschichten kann. Der andere, zur Vorhangmitte hin liegende Teil, das Vorhangmittelteil, beschichtet die Unterlage. Die Absaugvorrichtung weist eine Öffnung auf durch die der Vorhangrand und ggf. die Hilfsflüssigkeit abgesaugt wird. Die Öffnung kann, je nach Ausgestaltungsform des Vorhanghalters verschieden sein. Beispielsweise, bei flachen Vorhanghaltern, ein seitlich angebrachter Schlitz; bei runden Vorhanghaltern, eine Bohrung an der Stirnseite. Wichtig ist, daß die Absaugöffnung möglichst nahe, ganz bevorzugt in einem Abstand von kleiner als 0,5 mm zur Unterlage liegt. Es ist ferner vorteilhaft, die Absaugvorrichtung so auszuführen, daß deren Kontur der absaugenden Luftströmung angepaßt ist. In einer Ausgestaltungsform der Erfindung weist der Vorhanghalter Abschrägungen auf. Die Bodenwand des Gehäuses ist gegenüber der Tangentialebene im Auftreffpunkt geneigt.

Wenn eine Hilfsflüssigkeit die Benetzung am Vorhanghalter unterstützt erhält man neben der eingangs erwähnten Vergleichmäßigung der Fallgeschwindigkeit auch eine bessere Haftung am Vorhanghalter. Insbesondere dann, wenn die Hilfsflüssigkeit an einem flachen

Vorhanghalter einen geraden, frei fließenden Flüssigkeitsfaden bildet ist der Vorhang besonders stabil.

Auch eine Neigung der Vorhanghalter verbessert bei hohen Gießgeschwindigkeiten die Stabilität des Vorhangs. Wenn die Innenflächen der Vorhanghalter aufeinander zulaufend angeordnet sind, dann ist die Kontraktion geringer. Die Schwachstellen des Vorhangs werden verstärkt.

Insbesondere dann wenn der erfindungsgemäße zylindrische Freistrahle verwendet wird, wurde ein vorteilhaftes Intervall für die Abstände zur Unterlage und zum Vorhanghalter gefunden. Es ist günstig wenn der Abstand B zur Unterlage und der Abstand A zum Vorhanghalter folgender Ungleichung genügt:

$$0 < B/A \leq 5.$$

Für die Erzeugung des Freistrahls sind dem Fachmann eine Vielzahl von Vorrichtungen verfügbar. Druckerzeugungseinrichtungen sind herkömmliche Pumpen. Das Düsenmundstück kann ein einfaches Rohrende sein. Die vom Rohrende ausströmende Trennflüssigkeit bildet dann einen zylinderförmigen Strahl. Die Freistrahllänge ist jene Wegstrecke, die der Strahl der Trennflüssigkeit frei durchströmt. Den Anfang dieser Strecke bildet das Düsenmundstück. Das Ende der Strecke bestimmt die Konstruktion, z. B. ein Gehäuseteil der Auffangvorrichtung, also ein Festkörper. Gegen diesen strömt der Freistrahle. Der Freistrahle trifft auf einer sogenannten Prallfläche auf. Es ist seitens der Konstruktion vorteilhaft, wenn Anfang und Ende dieser Wegstrecke über der Unterlage angeordnet sind und wenn die Strömungsrichtung des Freistrahls die Bewegungsrichtung der Unterlage ist. Bei Verwendung von flachen Vorhanghaltern hat sich eine Freistrahllänge von etwa 2 bis 4 cm als günstig erwiesen. Die obere Grenze dieser Strecke liegt dort wo der Strahl beginnt sich aufzuweiten, wo also der Freistrahle nicht mehr laminar ist. Ein aufgeweiteter Strahl, dessen äußere Form nicht mehr genau vorgegeben werden kann, ist für die Trennung ungeeignet. Der Abstand des Freistrahls zur Unterlage muß dann erhöht werden. Der Durchstoßbereich im Vorhang verläuft unkontrolliert. Die untere Grenze ergibt sich aus folgender Erkenntnis: Bei hohen Gießgeschwindigkeiten versucht der Vorhang sich von seiner ebenen Form ausgehend zu krümmen. Flache Vorhanghalter erlauben auch eine Schrägstellung des Vorhangs gegenüber der Lotrechten. Die Ursache hierfür liegt in der vom Band mitgeschleppten Luftgrenzschicht. Eine Freistrahllänge von 3 cm läßt dem Vorhang den erforderlichen Bewegungsspielraum. Andererseits ist die Kontur des Freistrahls noch genügend genau vorgegeben.

Wie bereits erwähnt, kann die Prallwand Teil der Absaugvorrichtung, beispielsweise ein gekrümmt gebogenes Blech sein. Als Werkstoff eignen sich die üblicherweise bei Gießvorrichtungen für photographische Emulsionen verwendeten Werkstoffe. Vorzugsweise werden Titanlegierungen oder rostbeständiger Stahl verwendet. Das Gehäuse der Absaugvorrichtung kann auch aus Kunststoff ausgeführt sein.

Die Erzeugung des Freistrahls und dessen Verwendung als Trennelement bedeutet für das Betriebspersonal keinerlei Gefährdung. Der erforderliche Flüssigkeitsdruck zum Durchstoßen des Vorhangs ist gänzlich ungefährlich. Die Verletzungsgefahr beim Reinigen der Anlage ist äußerst gering. Die erfindungsgemäße Zertrenneinrichtung hat keine vorspringenden, klingennäh-

lichen Bauteile. Auch die Absaugvorrichtung kann, wie im Ausführungsbeispiel der Fig. 5 gezeigt, so ausgeführt sein, daß bei Reinigung der Anlage keine Verletzungsgefahr entsteht. Die Absaugvorrichtung ist einfach am Vorhanghalter zu montieren. Die Gefahr, daß bei Reinigungs- und Wartungsarbeiten die Vorrichtung beschädigt wird, ist gering. Der Vorhanghalter kann beispielsweise als eine mit dem Gießer fest verschraubte stabile Metallplatte ausgeführt sein.

Fig. 1 zeigt eine räumliche Darstellung eines auf eine Unterlage frei fallenden Flüssigkeitsvorhangs, dessen Breite kleiner als die Breite der Unterlage ist.

Fig. 2 zeigt eine räumliche Darstellung eines auf eine Unterlage frei fallenden Flüssigkeitsvorhangs, dessen Breite größer als die Breite der Unterlage ist.

Fig. 3 zeigt eine Seitenansicht eines Vorhanggießers in teilweise geschnittener Darstellung.

Fig. 4 zeigt eine Schnittdarstellung entlang der Linie A-A von Fig. 3.

Fig. 5 zeigt eine räumliche Detaildarstellung eines flachen Vorhanghalters mit Trenn- und Absaugvorrichtung in der Nähe der Unterlage.

Fig. 6 zeigt eine geschnittene Detaildarstellung eines flachen Vorhanghalters mit Absaugvorrichtung und rundem Freistrahls gesehen entgegen der Bewegungsrichtung der Unterlage.

Fig. 7 zeigt eine räumliche Detaildarstellung eines runden Vorhanghalters mit Absaugvorrichtung und stabförmigem Trennelement.

Fig. 8 zeigt eine geschnittene Detaildarstellung eines flachen Vorhanghalters mit einem rechteckförmigen Freistrahls gesehen entgegen der Bewegungsrichtung der Unterlage.

Fig. 9 zeigt eine geschnittene Detaildarstellung eines flachen Vorhanghalters in Blick auf die Beschichtungsseite der Unterlage.

Fig. 10 zeigt einen Beschichtungsrand ohne erfindungsgemäße Trennung der Vorhangränder.

Fig. 11 zeigt einen Beschichtungsrand unter Verwendung der erfindungsgemäßen Trennvorrichtung.

In Fig. 1 beschichtet ein frei fallender Flüssigkeitsvorhang 3 eine in Richtung des Pfeils 28 bewegte Unterlage 2. Die Breite des Flüssigkeitsvorhangs ist kleiner als die Breite der Unterlage. Der Flüssigkeitsvorhang 3 wird zwischen Vorhanghaltern 5 gehalten. Unmittelbar vor dem Auftreffen auf der Unterlage erfolgt in einem Durchstoßbereich 35 die Trennung der Vorhangränder. Es bildet sich ein frei fallendes Vorhangmittelteil 38 und frei fallende Vorhangränder 26. Das Vorhangmittelteil 38 bildet die Beschichtung 4 auf der Unterlage und läßt beidseits einen Rand auf der Unterlage unbeschichtet. Der frei fallende Vorhangrand 26 wird jeweils am Fußpunkt des Vorhanghalters abgesaugt. Der Einfachheit wegen ist in diesem Bild die Absaugvorrichtung und der Gießkopf nicht dargestellt. Auch das Trennelement ist in diesem Bild nicht näher dargestellt. Es kann ein dünner Freistrahls einer Trennflüssigkeit oder ein dünner Stab sein der den Vorhang knapp über der Unterlage durchstößt und die Trennung des Vorhangrands bewirkt.

In Fig. 2 beschichtet ein frei fallender Flüssigkeitsvorhang 3 eine in Richtung des Pfeils 28 bewegte Unterlage 2. Die Breite des Flüssigkeitsvorhangs ist größer als die Breite der Unterlage. Die Vorhanghalter 5 spannen den Vorhang 3 auf. Im Durchstoßbereich 35 werden die Vorhangränder getrennt. Es bildet sich ein frei fallendes Vorhangmittelteil 38 und frei fallende Vorhangränder 26. Das Vorhangmittelteil 38 bildet die Beschichtung 4

auf der Unterlage und läßt beidseits einen Rand auf der Unterlage unbeschichtet. Der frei fallende Vorhangrand 26 fällt in den Behälter 30. Der Einfachheit wegen ist auch hier der Gießkopf und das Trennelement nicht dargestellt.

Fig. 3 zeigt einen Gießkopf 27 von dessen Gießlippe 23 das Schichtpaket 24 einen frei fallenden Flüssigkeitsvorhang 3 bildet, und der auf die zu beschichtende Unterlage 2 fällt. Das Schichtpaket wird durch Gießlösungen gebildet die aus den Gießschlitzen 25 austreten. Es sind zwei Gießschlitze dargestellt. Das Schichtpaket kann aber aus mehr als zwei Schichten gebildet werden. Die Fallhöhe 20 liegt üblicherweise zwischen 3 bis 20 cm, vorzugsweise für hohe Gießgeschwindigkeiten meist höher als 15 cm. Die Unterlage 2 wird durch eine Transportvorrichtung 1 bewegt, die, wie hier gezeichnet, auch als Gießwelle dient. Der Vorhang wird von flachen Vorhanghaltern 5 gehalten. Das Mittel 39 zur Zufuhr dieser Hilfsflüssigkeit kann, wie hier dargestellt, ein Gießschlitz sein. Eine andere Möglichkeit ist eine Düse die die Hilfsflüssigkeit auf der Schrägfläche zuführt. Der zur Trennung der Vorhangränder verwendete Freistrahls strömt aus einer Düse 10, durchstößt die Ebene des Vorhangs und prallt auf die Prallfläche 11. Diese fängt die Trennflüssigkeit auf und leitet sie einem Absaugrohr 15 zu. In diesem Bild dargestellt ist auch eine Absaugung 6, welche die von der Unterlage 2 mitgeschleppte Luftgrenzschicht entfernt.

In Fig. 4 ist ein Schnittbild entlang der Schnittlinie A-A dargestellt. Der Vorhang 3 besteht aus drei Schichten die über eine Hilfsflüssigkeit 8 die Vorhanghalter 5 benetzen. Die Unterlagenbreite 22 ist größer als die Beschichtungsbreite 21. Der Freistrahls 7 tritt aus einer Düse 10 aus und durchstößt die Ebene des Vorhangs. Die Richtung des Freistrahls verläuft im wesentlichen parallel zur Bewegungsrichtung 28 der Unterlage 2. Der Freistrahls hat zum Vorhanghalter bevorzugt einen Abstand von weniger als 5 mm und eine Strahllänge von etwa 2 bis 4 cm, bevorzugt 3 cm. Der Freistrahls durchströmt diese Strecke und trifft auf der Prallfläche 11 auf. Von dort gelangt er zur Absaugvorrichtung 34. Die Prallfläche 11 kann wie dargestellt ein gekrümmtes Blech sein, es ist aber jede Form möglich die den Freistrahls der Absaugvorrichtung zuführt. Der abgetrennte Flüssigkeitsrand wird samt Hilfsflüssigkeit 8 von der Absaugvorrichtung 34 entfernt. Das Gehäuse 14 der Absaugvorrichtung 34 ist am Vorhanghalter 5 befestigt. Ein Absaugrohr 15 verbindet die Absaugvorrichtung 34 mit einer nicht dargestellten Unterdruckerzeugungseinrichtung.

In Fig. 5 ist eine Trennung des Vorhangrands durch einen Freistrahls im Detail dargestellt. Um die nach der Zertrennung des Vorhangs entstehenden frei fallenden Teile besser darstellen zu können, ist der Abstand des Freistrahls 7 von der Unterlage 2 übertrieben groß gewählt. Der Freistrahls 7 ist im dargestellten Fall zylindrisch. Er tritt aus der Düse 10 aus, durchstößt den Flüssigkeitsvorhang 3 im Durchstoßbereich 35 und trifft auf die Prallfläche 11. Die durchströmte freie Strecke des Strahls gemessen vom Düsenmundstück zur Prallfläche ist bevorzugt etwa 3 cm. Im der dargestellten Ausführungsform ist die Prallfläche 11 ein Teil der Absaugvorrichtung 34, deren Gehäuse 14 an einem flachen Vorhanghalter 5 befestigt ist. Die Bodenwand 36 des Gehäuses 14 ist fortgesetzt zum Bodenteil 16, welches mit der Prallfläche 11 verbunden ist. Die Prallfläche 11 und das Gehäuse 14 kann beispielsweise aus einem Metallblech oder aus Kunststoff hergestellt sein. Die Prall-

fläche 11 muß nicht die dargestellt gekrümmte Fläche aufweisen, sondern kann auch als eine Schrägfläche ausgeführt sein. Die Prallfläche muß die Strahlstoßkräfte aufnehmen können. Geeignet ist hierzu jede Flächenform, beispielsweise auch eine geknickte Wand. Die Ableitung der Trennflüssigkeit kann auch gänzlich anders erfolgen, beispielsweise durch ein Rohrstück in dessen Öffnung der Strahl eintritt. Geeignet ist also jede Vorrichtung die in der Lage ist die Trennflüssigkeit so aufzunehmen, daß keine Störungen des Vorhangs oder des Gußbilds entstehen. Der rechteckförmige Absaugschlitz 13 bildet in der dargestellten Ausführungsform eine Ausnehmung am flachen Vorhanghalter 5. Der Absaugschlitz ist sehr nahe an der Unterlage angeordnet. Bevorzugt hierbei ist ein Abstand zwischen Bodenwand 36 und Unterlage 2 von kleiner als 0,5 mm und eine Dicke der Bodenwand 36 von kleiner als 0,2 mm. Dadurch erhält man im Durchstoßbereich ein günstiges Strömungsfeld der in den Absaugschlitz 13 strömenden Luft: Der Strömungsvektor der Luft verläuft beidseits des Flüssigkeitsvorhangs parallel zur Ebene des Flüssigkeitsvorhangs. In Fig. 5 prallt der Freistrah auf Fläche 11. Wie in Fig. 5 dargestellt, ist nach oben hin der Raum offen. Dies ist für den Vorhang besonders günstig, da dann auch im Bereich des Aufpralls das Gradientenfeld parallel zur Ebene des Vorhangs verläuft. Der Beschichtungsvorgang wird nicht gestört. Grundsätzlich ist der Abstand des Freistrahls von der Unterlage so gering wie möglich zu wählen. In der Praxis hat sich ein Abstand von 0,5 mm als vorteilhaft erwiesen. In Fig. 5 ist die Unterlage 2 der übersichtlicheren Darstellung wegen als ebenen Bahn dargestellt. Die Unterlage 2 bewegt sich in Richtung des Pfeils 28. Die Auftrefflinie 12 liegt also auf einer ebenen Fläche. In der Praxis findet aber der Beschichtungsvorgang meist über der Gießwalze statt. Die Unterlage ist also in diesem Abschnitt gekrümmt, was in Fig. 3 dargestellt ist. In diesem Bild ist die Auftrefflinie des Flüssigkeitsvorhangs etwa die 12-Uhr-Position der Gießwelle. In der Praxis hat sich ein stromaufwärts liegender Auftreffpunkt als günstig erwiesen.

In Fig. 6 ist der Vorhanghalter 5 um den Neigungswinkel 19 gegenüber der Lotrechten geneigt. Dieser Neigungswinkel liegt vorzugsweise zwischen 0 und 5 Grad, besonders bevorzugt ist ein Winkel von 3 Grad. Diese Neigung der Vorhanghalter erhöht die Störanfälligkeit des Flüssigkeitsvorhangs. Auch die Bodenwand 36 des Gehäuses 14 der Absaugvorrichtung 34 ist um den Winkel 17 gegenüber der Horizontalen geneigt dargestellt. Die Bodenfläche 36 des Gehäuses 14 springt gegenüber dem Vorhanghalter 5 zurück; erfindungsgemäß wird der freie Fall des Vorhangs nicht durch eine vorspringende Klinge unterbrochen. In Fig. 7 ist der Querschnitt des Freistrahls 7 kreisförmig. Der Abstand des Freistrahls 7 zur Unterlage 2 soll, wie oben erwähnt, so klein wie möglich sein. In der gerätetechnischen Ausführung ist der Abstand 0,5 mm. Zum Vorhanghalter wird ein Abstand von etwa 5 mm eingehalten. In diesem Abstand verläuft die, als Kontraktion bezeichnete Verjüngung des Vorhangs. Der Vorhangrand 26 ist also ein mehrere Millimeter breiter Streifen des Vorhangs 3. Er verläuft entlang der Fallhöhe mit zunehmendem Abstand zum Vorhanghalter. Am Fußpunkt des Vorhanghalters ist er etwa 4 bis 8 mm breit. Der Freistrah 7 trennt vom Flüssigkeitsvorhang 3 ein frei fallendes Vorhangmittelteil, dessen Rand 41 sich verjüngt. Das Vorhangmittelteil bildet nach dem Auftreffen auf der Unterlage 2 die Beschichtung 4. Der Rand 42 der Beschich-

tung 4 weist nahezu keine wulstförmige Verdickung auf. Auch der Vorhangrand 26 fällt nach dem Durchstoßbereich frei fallend weiter und wird aufgrund des Unterdrucks im Innenraum des Gehäuses 14 durch den Absaugschlitz 13 gesaugt. Ein Unterdruck im Innenraum des Gehäuses 14 von 180 mbar hat sich als günstig erwiesen wenn der Absaugschlitz 13 rechteckförmig und etwa 35 mm breit und 2 mm hoch ist. Die Bodenwand 36 ist 0,1 mm dick. In der Praxis hat sich gezeigt, daß der Winkel 17 der Bodenwand 36 vorzugsweise zwischen 0° und 30° liegt. Die Bodenwand 36 ragt nicht in den Vorhang 3 hinein. In Verbindung mit der Abschrägung 18 ist die Absaugung des Vorhangrands 26 insbesondere dann günstig, wenn, wie in diesem Bild dargestellt, die Bodenwand 36 gegenüber dem Vorhanghalter zurückspringt. Die Abschrägung 18 kann z. B. eine Fase von 2 mm auf 5 mm sein, oder als Rundung ausgeführt sein.

In Fig. 7 ist eine Ausführungsform der Erfindung mit zylindrischem Vorhanghalter 5 dargestellt. Wie in diesem Bild gezeigt, kann der Vorhanghalter an seiner Stirnfläche mit einer Absaugöffnung versehen sein. Das Trennelement ist ein zylindrischer Stab 37. Auch mit dieser besonders einfachen Ausgestaltung der Erfindung läßt sich der Vorhang 3 in zwei frei fallende Teile zerteilen: Das Vorhangmittelteil bildet auf der Unterlage 2 die Beschichtung 4. Der Vorhangrand 26 wird abgesaugt. Der dargestellte Vorhanghalter 5 hat einen Durchmesser von 3 mm und weist an der Unterseite eine Bohrung von 2 mm auf. Die Bohrung bildet am Fußpunkt des Vorhanghalters 5 eine Absaugöffnung die mit dem Rohr 42 verbunden ist. Das Rohr 42 ist mit einer nicht dargestellten Unterdruckerzeugungseinrichtung verbunden. Der zylindrische Festkörper ist aber im Vergleich zum Freistrah bezüglich der Störung der Flüssigkeitsströmung schlechter. Die Störungen wirken tiefer in den Vorhang hinein als beim Trennstrahl.

In Fig. 8 ist ein weiterer Hauptgedanke der Erfindung dargestellt. Der Freistrah 7 ist ein Flachstrahl mit rechteckigem Querschnitt. Der Flachstrahl 7 wirkt als Interzeptor und fängt den Vorhangrand 26 vor Erreichen seines Ziels, also vor dem Auftreffen auf der Unterlage ab. In der gezeigten besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Längsseite dieses Flachstrahls 5 mm lang und erläuft etwa parallel mit der Unterlage 2. Der Flachstrahl ist von der Unterlage mit 0,5 mm beabstandet. Die Dicke des Flachstrahls ist 0,2 mm. Der Flachstrahl wird von einer nicht dargestellten Düse mit rechteckigem Düsenmundstück erzeugt. Der Vorhanghalter ist eine Metallplatte die gegenüber der Lotrechten um den Winkel 19 geneigt ist. Die zum Vorhang 3 liegende Fläche 33 wird von einer Hilfsflüssigkeit 8 benetzt an der der Vorhangrand 26 benetzt. Wie in Fig. 8 dargestellt endet der Vorhanghalter 5 knapp oberhalb des Flachstrahls. Der Fußpunkt des Vorhanghalters weist eine faserförmige Abschrägung 18 auf. Der Flachstrahl wirkt für den Vorhang unterbrechend, ohne die Nachteile einer starren Prallfläche aufzuweisen. Der Vorhangrand 26 wird so abgefangen, daß nur das Vorhangmittelteil 38 die Unterlage beschichtet. Der Vorhangrand 26 fällt auf die obere Längsseite des Flachstrahls und vermischt sich mit dessen Trennflüssigkeit. Die Bewegungsenergie des Flachstrahls lenkt die Flüssigkeitsströmung des Vorhangrands 26 um und nimmt diese mit. Es sind keine weiteren Mittel erforderlich um den Vorhangrand 26 von der Unterlage wegzuleiten. Der Freistrah selbst übernimmt diese Funktion. Im Durchdringungsbereich 35 ist, wie beim zylindrischen Freistrah,



der Vorhang 3 dünner, da auch hier dem Vorhang 3 Flüssigkeit entnommen wird. Es gilt das beim zylindrischen Freistrahlf gesagte. Die Beschichtung 4 auf der Unterlage ist gleichmäßig.

In Fig. 9 ist die Benetzung des Vorhangs am Vorhanghalter 5 im Detail dargestellt. Die Hilfsflüssigkeit 8 bildet auf der Fläche 33 einen frei fließenden Flüssigkeitsfaden. Der Vorhang 3 benetzt an der von der Bewegungsrichtung der Unterlage her gesehenen stromaufliegenden Kontaktlinie 40 die Fläche 33 des Vorhanghalters 5. Die stromabwärts liegende Kontaktlinie 44 liegt auf der Hilfsflüssigkeit 8. Der Vorhang 3 setzt sich in dieser Darstellung aus der Schicht 32 und aus der Schicht 31 zusammen. Ein Vorhang 3 kann, wie bereits eingangs erwähnt, aus mehreren Schichten bestehen. Die Schichten können durch lichtempfindliche und/oder nicht lichtempfindliche Gießlösungen gebildet werden. Die zum Vorhang 3 liegende Fläche 33 ist eben. Der Vorhang 3 und die Hilfsflüssigkeit 8 sind in Bewegungsrichtung der Bahn frei beweglich. Dieser Freiheitsgrad des Flüssigkeitsvorhangs wirkt sich hinsichtlich der Störunanfälligkeit günstig aus.

Fig. 10 und Fig. 11 zeigen Beschichtungsrande eines Vergleichsbeispiels. Verwendet wurde ein Vorhanggießer mit einer Fallhöhe von 15 cm. Die Gießlösung war eine photographische Gießlösung mit einem Gewichtsanteil von 9% Gelatine. Die Bahngeschwindigkeit betrug 260 m/min. In Fig. 10 ist eine Beschichtungsrand dargestellt wie er mit einem flachen herkömmlichen Vorhanghalter ohne erfindungsgemäße Trennung der Vorhangränder erreicht wird. In Fig. 11 wurde ein erfindungsgemäßer zylindrischer Freistrahlf verwendet. Der Rand verläuft gleichmäßig und zeigt nur eine geringe Verdickung.

In der vorliegenden Erfindung wird bevorzugt ein flacher Vorhanghalter verwendet. In Bewegungsrichtung der Bahn gesehen hat der Vorhang einen zusätzlichen Freiheitsgrad. Der flache Typ des Vorhanghalters erlaubt in einem begrenzten Ausmaß Bewegungen des Vorhangs in und gegen der Bewegungsrichtung der Bahn. Niederfrequente Pendelbewegungen, die aufgrund von umgebenden Luftströmungen entstehen, werden zugelassen aber gleichzeitig sanft gedämpft. Insbesondere bei hohen Gießgeschwindigkeiten verbessert sich dadurch das Betriebsverhalten erheblich. Vorteile ergeben sich auch beim Anfahren des Vorhangbeschichtungsverfahrens.

Selbstverständlich beschränkt sich die Erfindung nicht auf diesen Typ der Vorhanghalter. Die vorteilhafte Trennwirkung erzielt man bei Vorhanghaltern beliebigen Typs, als Beispiel bei Vorhanghaltern die als dünne Drähte oder Stäbe ausgeführt sind. Die Erfindung ist natürlich auch nicht auf den Gleitflächengießer oder auf photographische Gießlösungen beschränkt. Das erfindungsgemäße Trennverfahren kann auch auf Extrusionsgießer deren Vorhang durch Vorhanghalter geführt wird angewendet werden. Der Vorhang selbst kann z. B. ein Photopolymer sein. Die Trennflüssigkeit kann ein Lösungsmittel sein. Als Unterlage kommt jedes bahnförmige Material in Frage.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Vorhangbeschichten einer Unterlage mit mindestens einer Schicht einer Gießlösung bei dem in einer Beschichtungszone ein, aus einer oder mehreren Schichten von Gießlösungen zusammengesetzter, frei fallender Flüssig-

keitsvorhang (3) gebildet wird, der Flüssigkeitsvorhang (3) an den Vorhangrändern (26), ggf. durch eine Hilfsflüssigkeit unterstützt, die Vorhanghalter (5) benetzt,

der Flüssigkeitsvorhang (3) während des freien Falls zwischen den Vorhanghaltern (5) aufgespannt und gehalten wird,

eine bahnförmige Unterlage (2) kontinuierlich durch die Beschichtungszone bewegt wird, die Vorhangränder (26) vom Flüssigkeitsvorhang (3) getrennt und abgeleitet werden,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Trennung der Vorhangränder (26) jeweils durch ein Trennelement erfolgt welches in unmittelbarer Nähe zur Unterlage (2) und nahe an jedem Vorhanghalter (5) die Ebene des Flüssigkeitsvorhangs in einem Durchstoßbereich (35) durchstößt,

das Trennelement den Flüssigkeitsvorhang (3) im Durchstoßbereich (35) durchdringend in ein frei fallendes Vorhangmittelteil (38) und in einen frei fallenden Vorhangrand (2) spaltet, und nur das Vorhangmittelteil (38) die Unterlage (2) beschichtet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Trennelement ein aus einer Trennflüssigkeit gebildeter Freistrahlf (7) ist der die Ebene des Flüssigkeitsvorhangs (3) durchstößt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömgeschwindigkeit des Freistrahls (7) größer als die Fallgeschwindigkeit des Flüssigkeitsvorhangs (3) im Durchstoßbereich (35) und größer als die Geschwindigkeit der Unterlage (2) ist.

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Geschwindigkeitsvektor des Freistrahls (7) und der Geschwindigkeitsvektor der Unterlage (2) im wesentlichen parallel verlaufen.

5. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Form des Freistrahls (7) im Durchstoßbereich (35) im wesentlichen zylindrisch ist und der Durchmesser des Zylinders etwa doppelt so groß wie die Dicke des Flüssigkeitsvorhangs (3) ist.

6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömgeschwindigkeit des Freistrahls (7) fünf mal so groß wie die Fallgeschwindigkeit des Flüssigkeitsvorhangs (3) im Durchstoßbereich (35) ist und der Durchstoßbereich (35) im Bereich der Kontraktion des Flüssigkeitsvorhangs (3) liegt.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Trennelement ein Stab, vorzugsweise ein zylindrischer Stab (37) mit einem Durchmesser von kleiner als 1 mm ist und dieser Stab die Ebene des Flüssigkeitsvorhangs (3) durchstößt.

8. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennflüssigkeit Wasser ist und die gleiche Temperatur wie der Flüssigkeitsvorhang aufweist.

9. Verfahren zum Vorhangbeschichten einer Unterlage mit mindestens einer Schicht einer Gießlösung, bei dem in einer Beschichtungszone ein aus einer oder mehreren Schichten von Gießlösungen zusammengesetzter, frei fallender Flüssigkeitsvorhang gebildet wird,

der Flüssigkeitsvorhang an den Vorhangrändern, ggf. durch eine Hilfsflüssigkeit unterstützt, die Vorhanghalter benetzt, der Flüssigkeitsvorhang während des freien Falls



zwischen den Vorhanghaltern aufgespannt und gehalten wird,  
die Vorhangränder vom Flüssigkeitsvorhang getrennt und abgeleitet werden

dadurch gekennzeichnet, daß das jeweils ein flacher Freistrah (7) den Vorhangrand (26) abfängt und das frei fallende Vorhangmittelteil (38) die Unterlage (2) beschichtet.

10. Vorhanggießer zum Beschichten einer bahnförmigen Unterlage mit mindestens einer Gießflüssigkeit, umfassend

eine Transportvorrichtung zum Bewegen und Führen der Unterlage durch eine Beschichtungszone, einen Gießkopf zum Herstellen eines Flüssigkeitsvorhangs der im freien Fall auf die Beschichtungsseite der Unterlage fällt und die Breite des Flüssigkeitsvorhangs kleiner als die Breite der Unterlage ist,

zwei Vorhanghalter die den frei fallenden Flüssigkeitsvorhang an den Vorhangrändern halten und aufspannen,

ggf. Mittel (39) zur Zufuhr einer Hilfsflüssigkeit (8) welche die Benetzung der Vorhangränder an den Vorhanghaltern unterstützt,

Mittel zur Trennung der Vorhangränder, dadurch gekennzeichnet, daß

das Mittel zur Trennung ein Freistrah (7) einer Trennflüssigkeit ist welcher in unmittelbarer Nähe zur Unterlage (2) und nahe an jedem Vorhanghalter (5) den Flüssigkeitsvorhang (3) durchdringt und diesen in ein frei fallendes Vorhangmittelteil (38) und in jeweils einen frei fallenden Vorhangrand (26) spaltet,

der Vorhangrand (26) vor dem Auftreffen auf der Unterlage (2) durch eine Absaugvorrichtung (34) abgesaugt wird und nur das Vorhangmittelteil (38) die Unterlage (2) beschichtet.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Freistrah (7) einen runden Querschnitt mit einem Durchmesser von etwa 1 mm aufweist und die Freistrahllänge 3 cm beträgt.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennflüssigkeit Wasser ist die zusammen mit den Vorhangrändern und der ggf. vorhandenen Hilfsflüssigkeit in einem Abstand von kleiner als 0,5 mm von der Unterlage durch eine Absaugvorrichtung (34) abgesaugt und von der Unterlage weggeleitet wird.

13. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorhanghalter (5) eine zum Vorhang liegende ebene Fläche (33) aufweisen an der der Vorhangrand (26), ggf. durch eine Hilfsflüssigkeit (8) unterstützt, den Vorhanghalter (5) benetzt.

14. Vorrichtung nach Anspruch 10 und 13, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (39) zur Zufuhr einer Hilfsflüssigkeit so vorgesehen sind, daß die Hilfsflüssigkeit (8) an der zum Flüssigkeitsvorhang (3) liegenden Fläche (33) der Vorhanghalter (5) einen frei fließenden Flüssigkeitsfaden bildet der den Vorhangrand (26) und die Fläche (33) benetzt.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die zum Flüssigkeitsvorhang liegende Fläche (33) der Vorhanghalter parallel zur Bewegungsrichtung der Bahn verläuft und gegenüber der Lotrechten um einen Neigungswinkel (19) von 3 Grad geneigt ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Freistrah (7) von einer Düse (10) austritt, den Flüssigkeitsvorhang (3) in einem Durchstoßbereich (35) durchdringend auf eine Prallfläche (11) stößt und der Vorhangrand, die Hilfsflüssigkeit (8) und die Trennflüssigkeit in einem Schlitz (13) der Absaugvorrichtung (34) abgesaugt wird.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Absaugvorrichtung (34) ein Gehäuse (14) mit einer um den Winkel (17) geneigten Bodenfläche (36) aufweist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorhanghalter am unteren Ende eine vorzugsweise fasenförmig ausgeführte Abschrägung (18) aufweist.

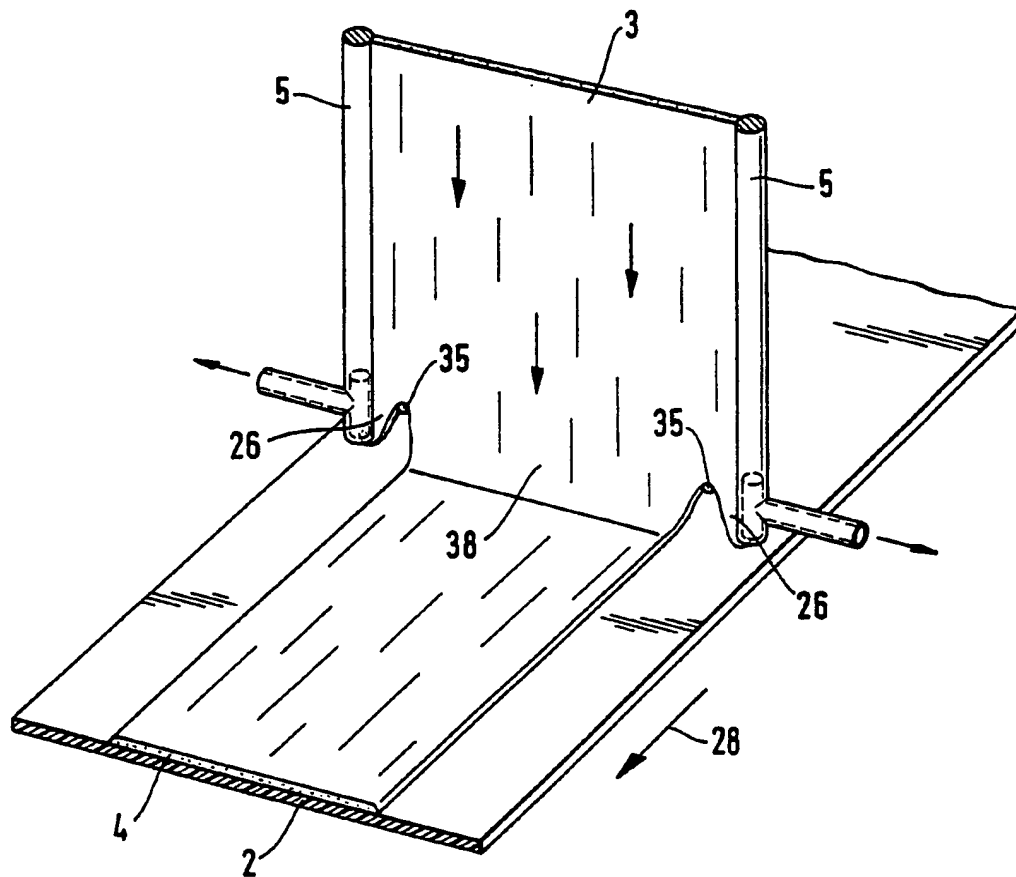
19. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Flüssigkeitsvorhang (3) entlang einer Auftrefflinie (9) auf der Unterlage (2) auftritt und eine Tangentialebene an diesem Punkt der Unterlage parallel zum Freistrah (7) verläuft und der Abstand zwischen Freistrah (7) und Auftrefflinie (9) kleiner oder gleich 0,5 mm ist.

20. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (B) des Freistrahls (7) zur Unterlage (2) und der Abstand (A) des Freistrahls (7) zum Vorhanghalter (5) folgender Ungleichung genügt:

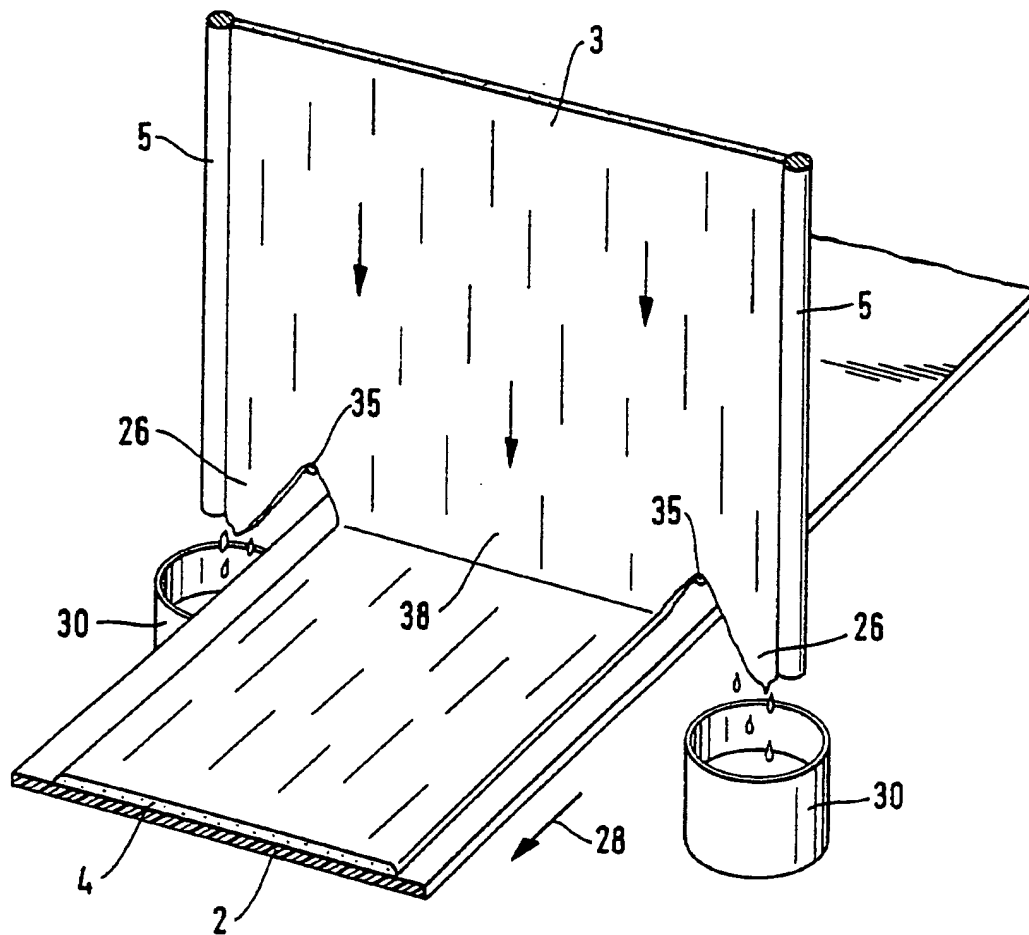
$$0 < \frac{B}{A} \leq 5.$$

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

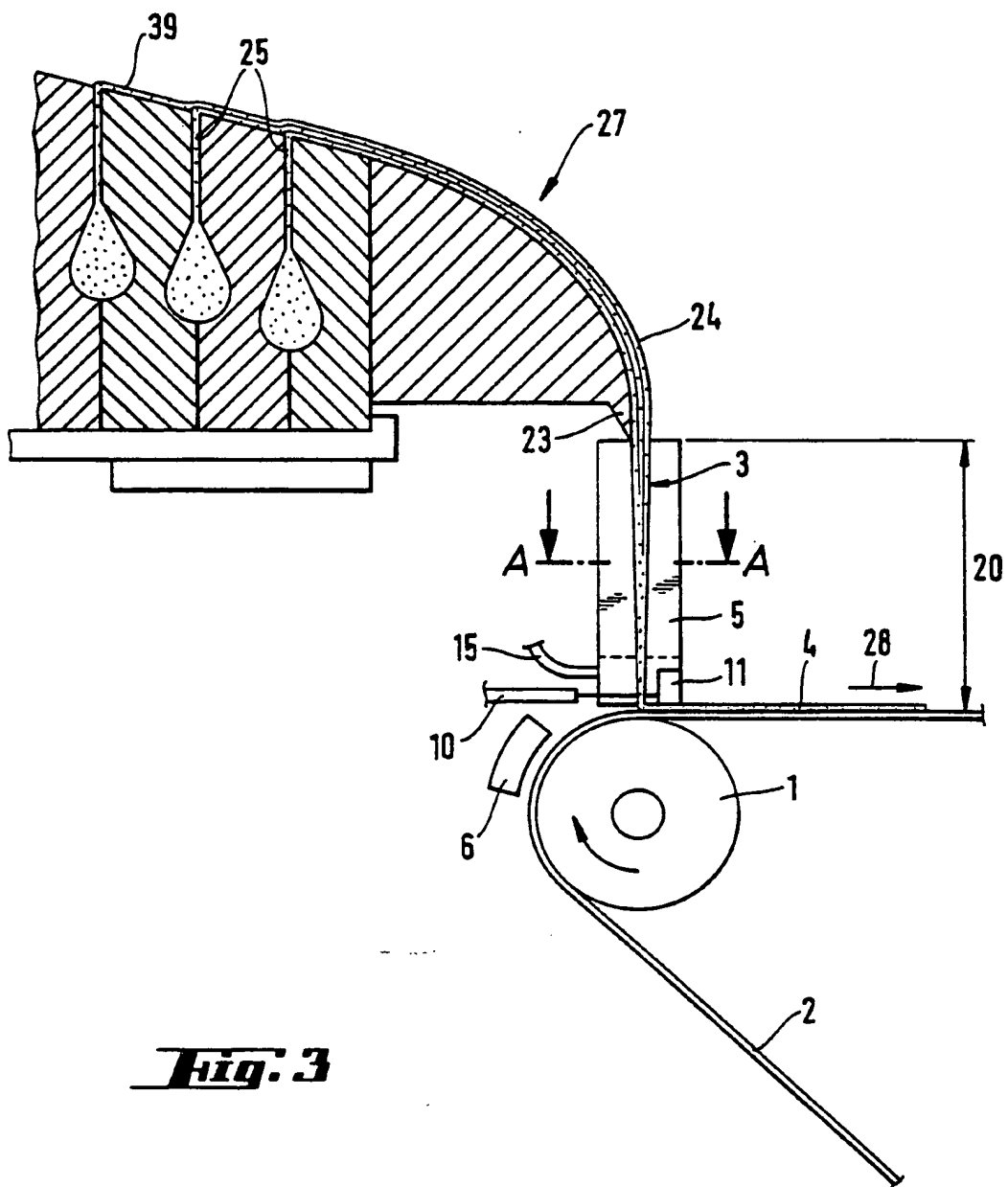
- Leerseite -



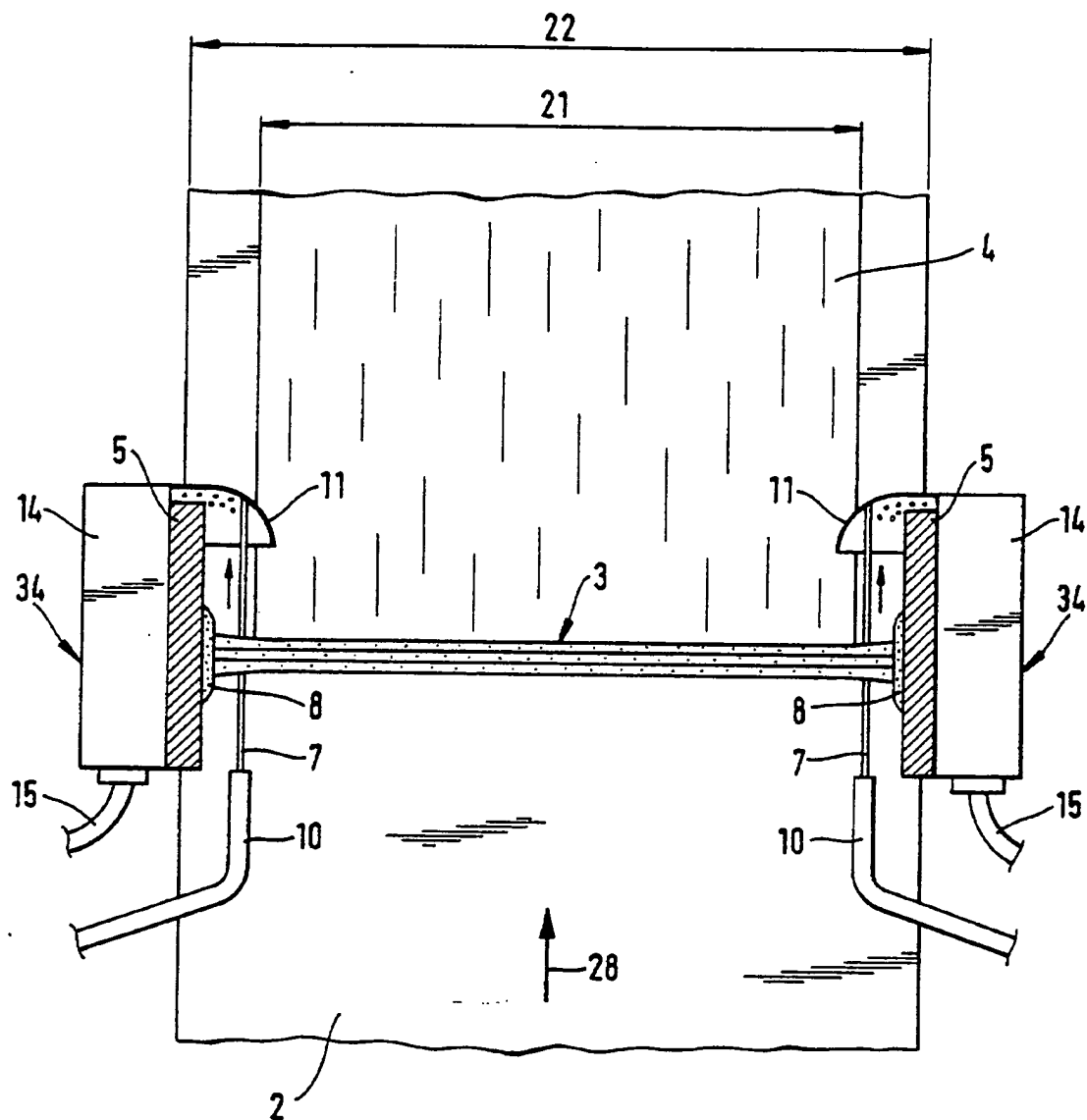
**Fig. 1**



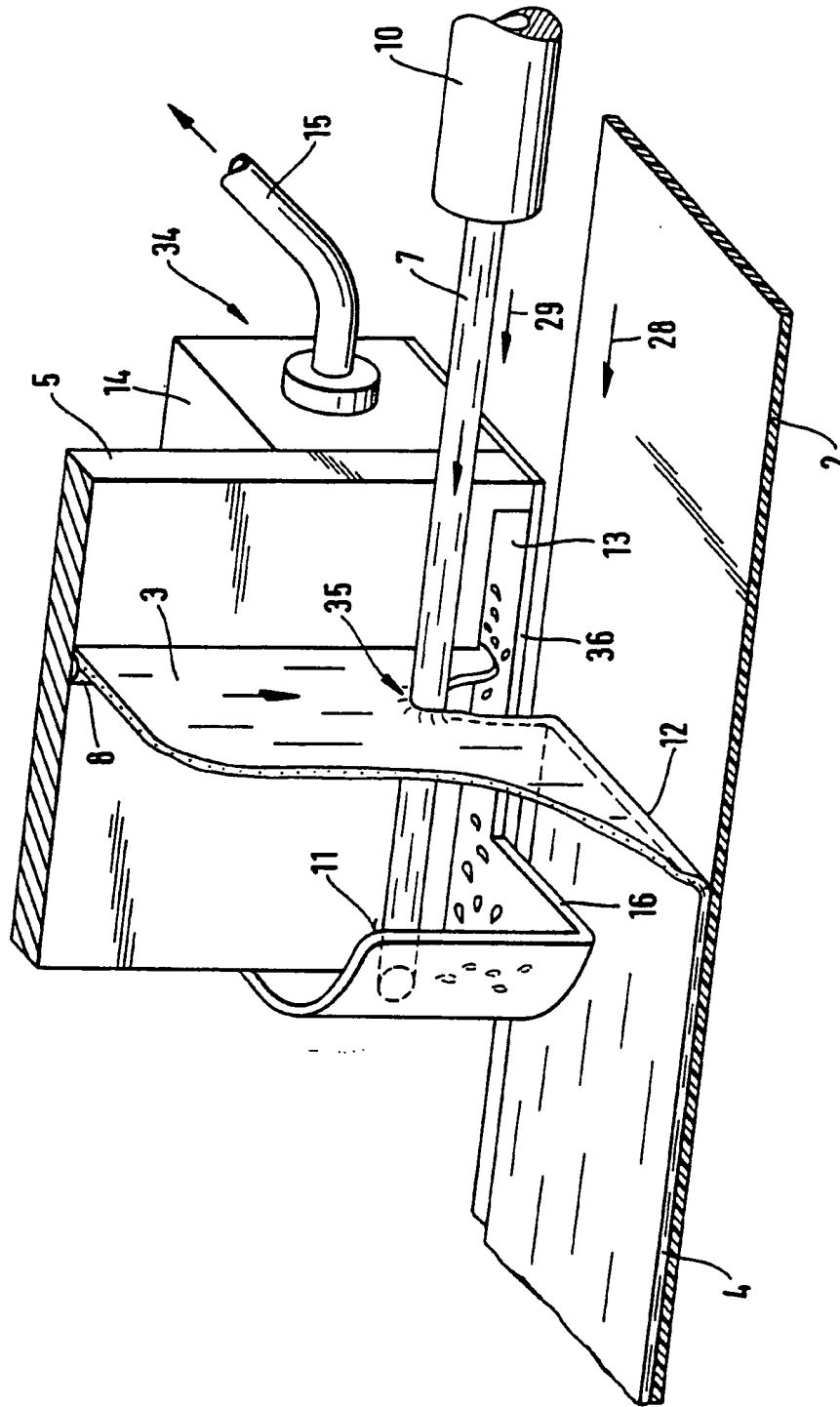
**Fig. 2**



**Fig. 3**

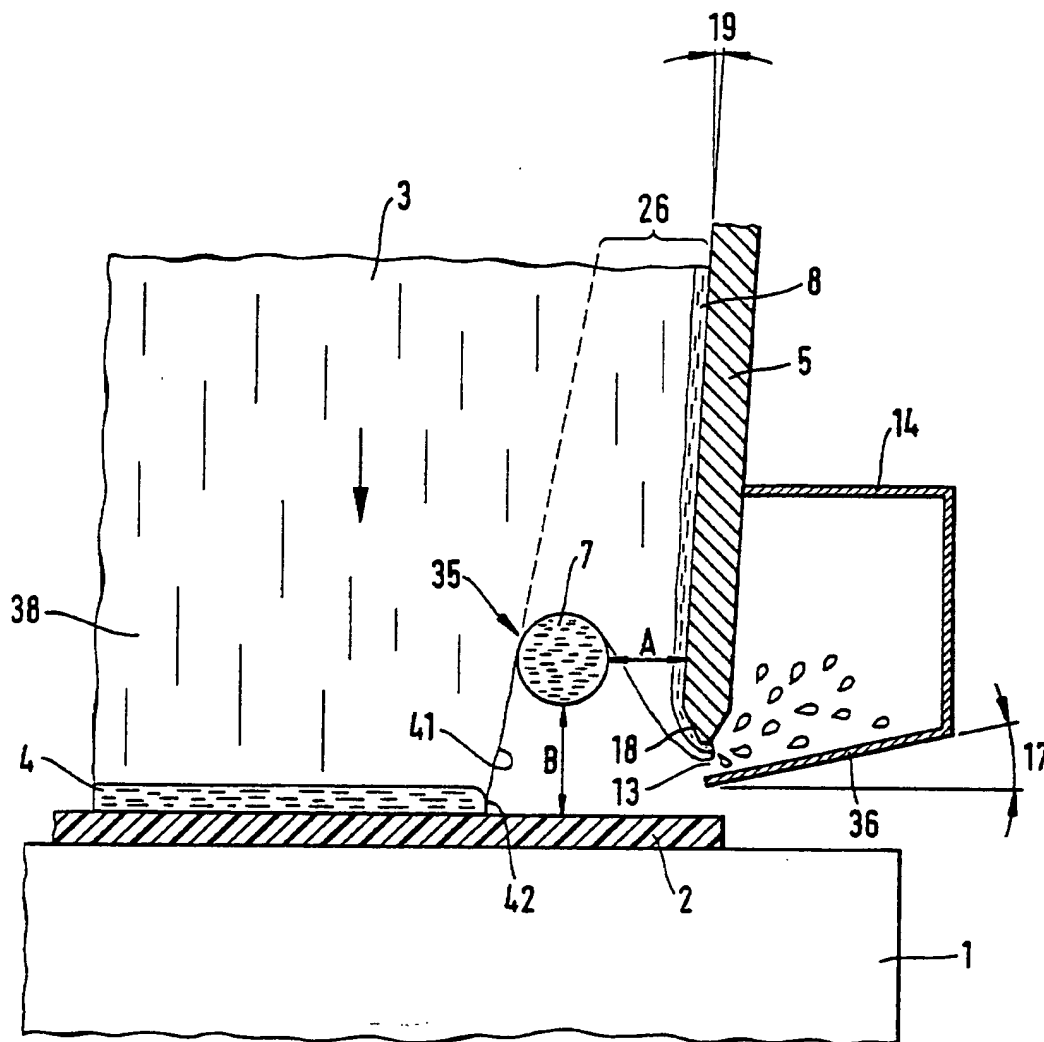


**Fig. 4**  
(A-A)

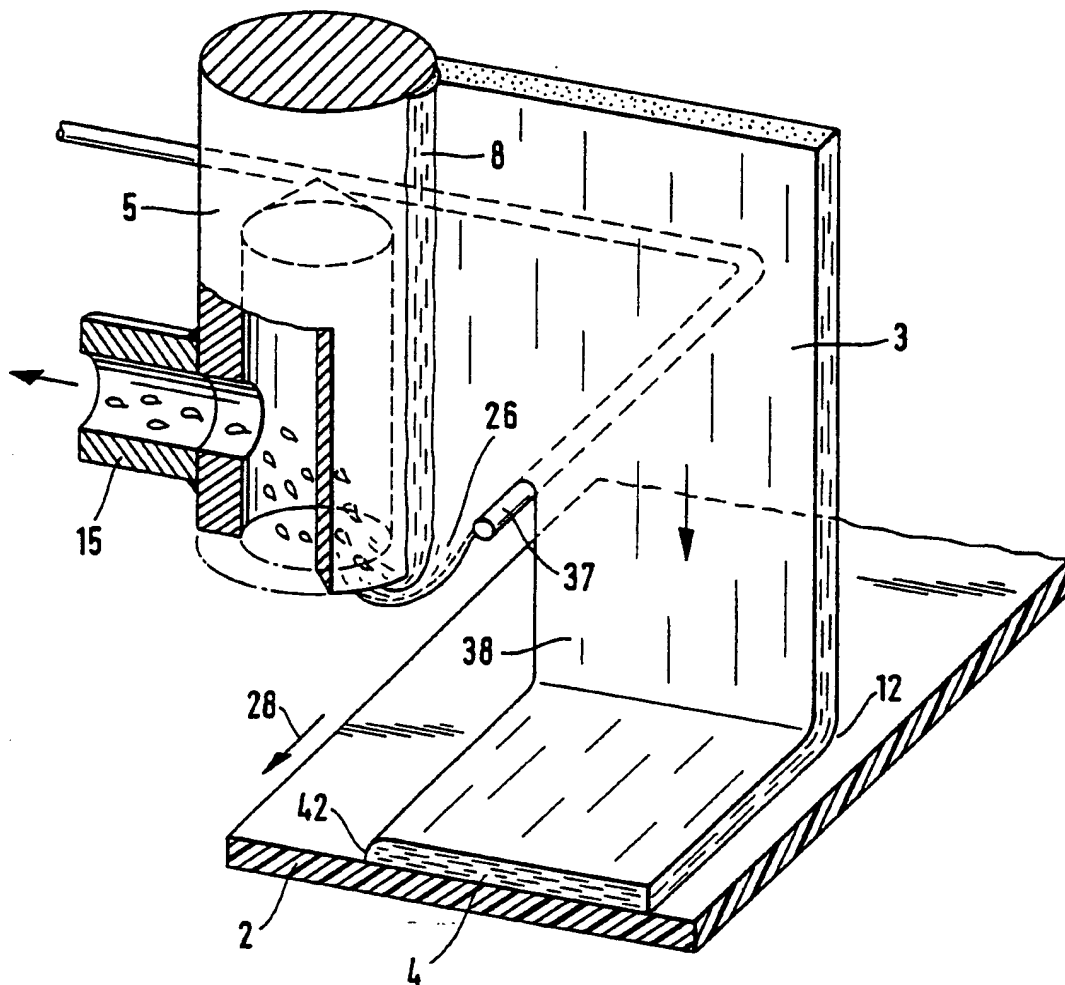


**Fig. 5**

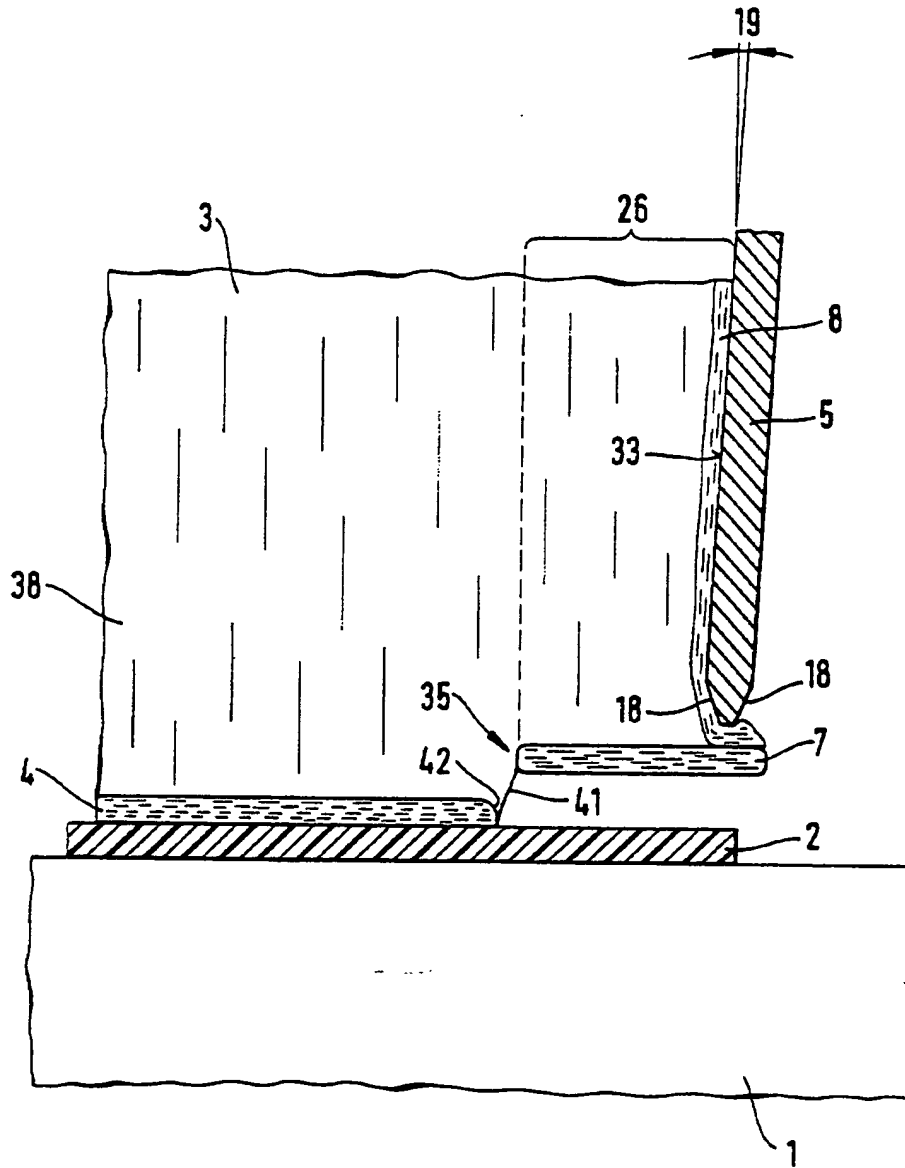




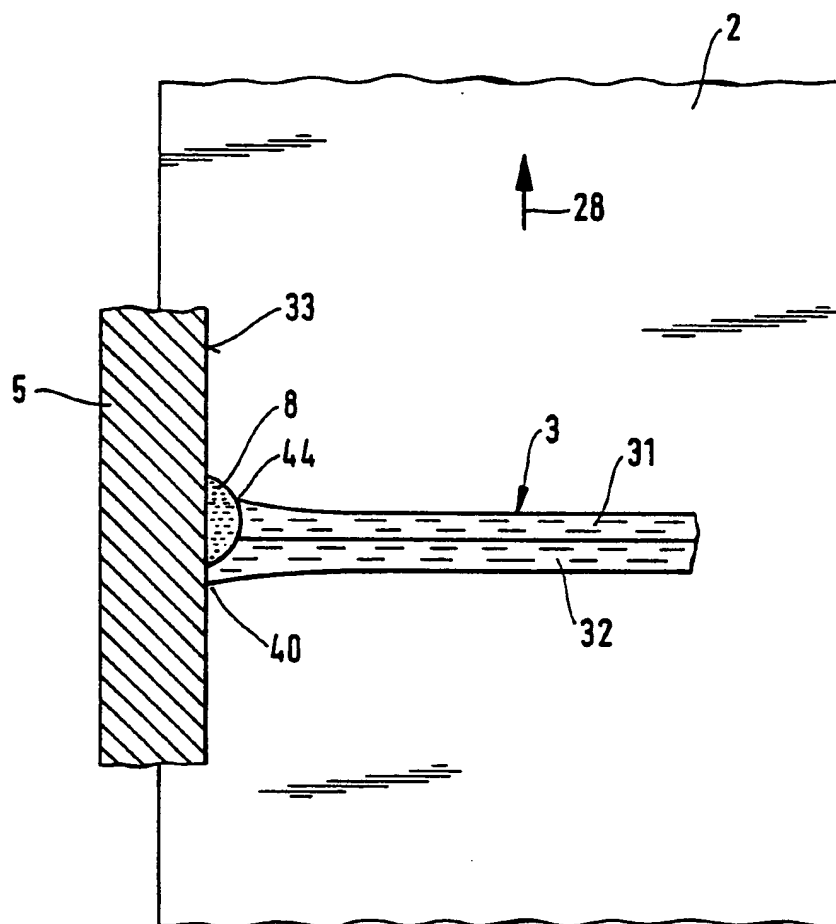
**Fig. 6**



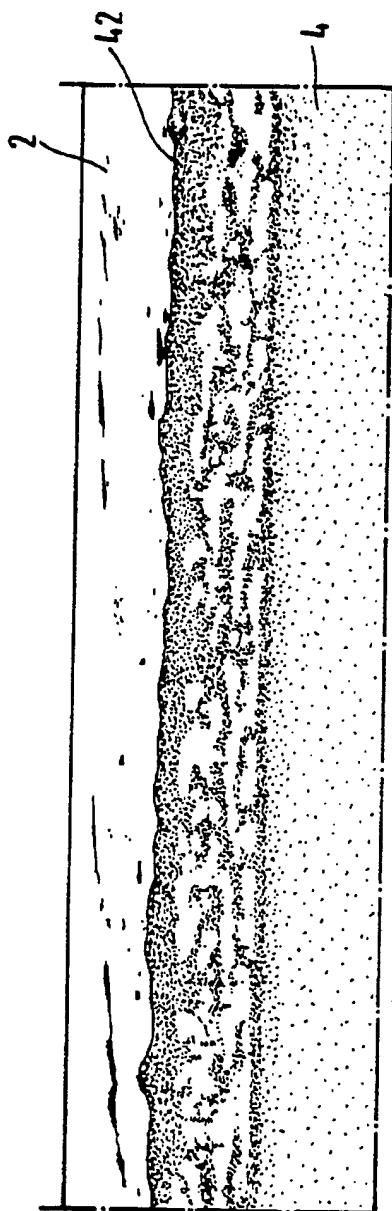
**Fig. 1**



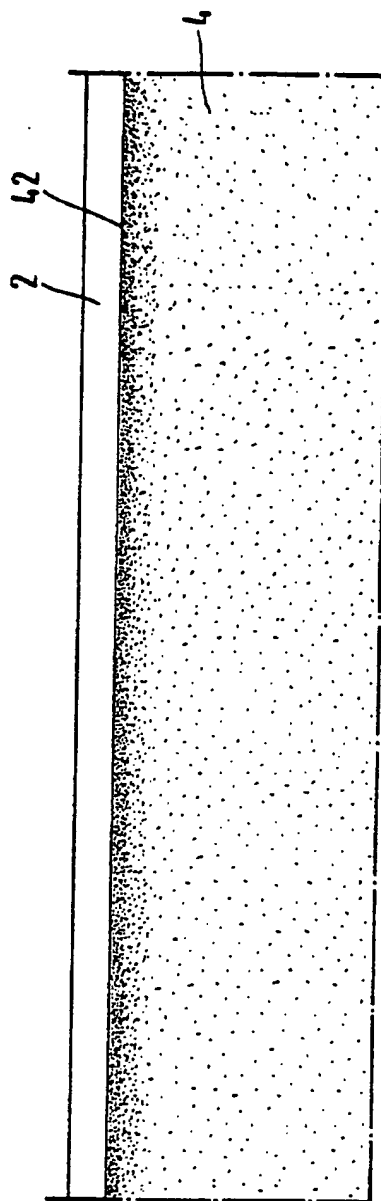
**Fig. 8**



**Fig. 9**



**Fig. 10**



**Fig. 11**